

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-183462

03-03147-KS(3)

(43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl.

G01S 17/93

G01S 7/48

G01S 13/93

G01V 3/12

G08G 1/16

(21)Application number : 11-370940

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1999

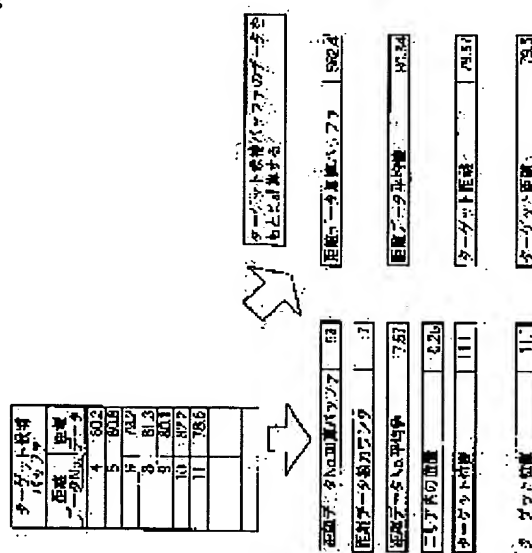
(72)Inventor : KIKUCHI HAYATO

## (54) OBJECT-DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve resolution of azimuth of a target, without having to increase the number of detection areas and to number of beams, in an object detecting device for transmitting electromagnetic waves comprising laser or millimeter waves to the object and receiving the reflected waves to detect the distance and the azimuth of the object.

**SOLUTION:** A plurality of beams are transmitted into the detection areas, an integration value (distance data addition buffer) or distances of the target determined from the beams providing the reflected waves is divided by the number of the beams providing the reflected waves (number-of-distance-data counter), to calculate a distance to the target. Integrated value of the number of the beams providing the reflected waves (the number of distance data) is divided by the number of the beams to calculate the number of beams (the number of distance data) corresponding to the center of the target, to detected a relative position (azimuth) of the target within the detection areas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

03-03147-K0 (3)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-183462

(P2001-183462A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | FI            | テーマコード(参考)  |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| G 0 1 S 17/93             |      | G 0 1 S 7/48  | A 2 G 0 0 5 |
| 7/48                      |      | 13/93         | Z 5 H 1 8 0 |
| 13/93                     |      | G 0 1 V 3/12  | A 5 J 0 7 0 |
| G 0 1 V 3/12              |      | G 0 8 G 1/16  | C 5 J 0 8 4 |
| G 0 8 G 1/16              |      | G 0 1 S 17/88 | A           |

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全16頁)

(21) 出願番号 特願平11-370940

(22) 出願日 平成11年12月27日 (1999. 12. 27)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 菊池 隼人

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(74) 代理人 100071870

弁理士 落合 健 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体検知装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザやミリ波よりなる電磁波を物体に向けて送信し、その反射波を受信することにより前記物体の距離および方位を検知する物体検知装置において、検知エリアの数やビームの数を増加させることなくターゲットの方位の分解能を高める。

【解決手段】 検知エリア内に複数のビームを送信し、反射波が得られたビームから得たターゲットの距離の積算値(距離データ加算バッファ)を前記反射波が得られたビームの数(距離データ数カウンタ)で除算し、ターゲットまでの距離を算出する。一方、反射波が得られたビームNo. (距離データNo. )の積算値を前記ビームの数で除算することにより、ターゲットの中心に対応するビームNo. (距離データNo. )を算出し、検知エリア内でのターゲットの相対的な位置(方位)を検知する。

ターゲット距離バッファのデータをもとに計算する

距離データ加算バッファ 562.4

距離データ平均値 80.34

ターゲット距離 79.57

ターゲット距離 79.5

| ターゲット距離<br>バッファ | 距離<br>データNo. | 距離<br>データ |
|-----------------|--------------|-----------|
|                 | 4            | 80.2      |
|                 | 5            | 80.8      |
|                 | 6            | 79.2      |
|                 | 8            | 81.3      |
|                 | 9            | 80.1      |
|                 | 10           | 82.2      |
|                 | 11           | 78.6      |

距離データNo.加算バッファ 53

距離データ数カウンタ 7

距離データ平均値 7.57

エリア内の位置 0.25

ターゲット位置 11.11

ターゲット位置 11.1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数のビームの集合よりなる電磁波で物体を少なくとも一方向に走査し、その反射波を受信することで物体の存在を検知する物体検知装置において、電磁波のビーム毎に受信結果を検知する検知手段と、隣接する受信信号が得られたビームの受信結果を統合する受信結果統合手段と、受信結果統合手段の統合結果に基づいて少なくとも物体の方位を算出する演算手段と、を備えたことを特徴とする物体検知装置。

【請求項2】 前記電磁波の走査範囲は複数の検知エリアに分割されており、前記受信結果統合手段は前記検知エリア毎に受信結果を統合することを特徴とする、請求項1に記載の物体検知装置。

【請求項3】 前記受信結果統合手段は複数の受信結果の平均値を求めるものであることを特徴とする、請求項1または2に記載の物体検知装置。

【請求項4】 前記受信結果統合手段は複数の受信結果のうちの最小値および最大値の平均値を求めるものであることを特徴とする、請求項1または2に記載の物体検知装置。

【請求項5】 前記検知エリア内に前記受信結果統合手段の複数の統合結果が得られたとき、前記演算手段は距離が近いものから所定数の物体を選択し、その物体の少なくとも方位を算出することを特徴とする、請求項2～4の何れかに記載の物体検知装置。

【請求項6】 前記受信結果統合手段は前記検知エリアにおけるビームの総数を求め、このビームの総数に基づいて受信結果を統合することを特徴とする、請求項2～5の何れかに記載の物体検知装置。

【請求項7】 前記受信結果統合手段は前記検知エリアにおける走査開始から所定周期でカウントを行ってカウント値を算出し、ビームの受信結果と前記カウント値とに基づいて前記受信結果を統合することを特徴とする、請求項2～5の何れかに記載の物体検知装置。

【請求項8】 前記受信結果統合手段は物体が検知された検知エリアの走査方向における両端の中間位置を求め、前記物体の距離が所定値以下のときに前記演算手段は前記中間位置に基づき物体の方位を求めることを特徴とする、請求項2～7の何れかに記載の物体検知装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザーやミリ波よりなる電磁波を物体に向けて送信し、その反射波を受信することにより前記物体の距離および方位を検知する物体検知装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図14は自車の前方を走行する前走車、標識や歩道橋のような固定物、路上の落下物等のターゲットの距離や方位を検知するための物体検知装置の機能

を示すもので、車両の前端に設けたレーダー装置から前方に送信される電磁波でターゲットを上下方向および左右方向に走査し、ターゲットにより反射された反射波を受信することにより自車を基準としたターゲットの距離および方位を検知するようになっている。

【0003】 例えば図14(A)に示す従来の物体検知装置は、レーダー装置から前方に送信される電磁波が100m前方で幅28mの走査範囲に放射状に拡散するため、ターゲットの左右の方位を検知するための検知エリアを左右方向に56等分した場合には、自車の40m前方では1本の検知エリアの幅が0.2mになってターゲットの左右の方位の分解能が0.2mになるが、自車の80m前方では1本の検知エリアの幅が0.4mになってターゲットの左右の方位の分解能が0.4mに低下してしまう。その理由は後から詳述する。そこで、自車から遠い位置での分解能を高めるべく、図14(B)に示すように走査範囲を前述の2倍の112の検知エリアに分割すれば、自車の40m前方では左右の方位の分解能を0.1mに高め、自車の80m前方では左右の方位の分解能を0.2mに高めることができる。

【0004】 ところで、上記図14(A)の走査範囲をラジアンで表記した図15(A)に示すように、左右方向の走査範囲である $280\text{ mrad}$ を56等分した1本の検知エリアの検知角が $5\text{ mrad}$ であり、走査範囲を1回走査する間に1680回の距離測定を行うとすると、1本の検知エリアについて30回の距離測定が行われることになる(図15(B)参照)。しかしながら、図15(C)に示すように前記1680回の距離測定の回数を変更せずに、検知エリアの数を56から112に増加させると、1本の検知エリアについて15回の距離測定しか行われなくなり、ターゲットの検知能力の低下、ターゲットの距離測定精度の低下、検知エリア数の増加による演算負荷の増加、近距離での分解能が必要以上に高くなることによる無駄な演算負荷の増加等の問題が発生する。

【0005】 次に、図14(A)および図15(A)、(B)に示した従来技術において、ターゲットの左右の方位の分解能を高められない理由を以下に説明する。

## 【0006】

## 【表1】

エリア1の距離計測データ

| 距離データNo. | 距離データ |
|----------|-------|
| 1        | —     |
| 2        | —     |
| 3        | —     |
| 4        | 80.2  |
| 5        | 80.8  |
| 6        | 79.2  |
| 7        | —     |
| 8        | 81.3  |
| 9        | 80.1  |
| 10       | 82.2  |
| 11       | 78.6  |
| 12       | —     |
| 13       | —     |
| 14       | —     |
| 15       | —     |
| 16       | —     |
| 17       | —     |
| 18       | —     |
| 19       | —     |
| 20       | —     |
| 21       | —     |
| 22       | —     |
| 23       | —     |
| 24       | —     |
| 25       | 95.3  |
| 26       | —     |
| 27       | —     |
| 28       | —     |
| 29       | 10.5  |
| 30       | —     |

【0007】表1は、走査範囲の左端の検知エリア1の距離計測データを示すものである。検知エリア1の距離データNo. に対応する第1ビーム～第30ビームのうちの第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11、第25、第29ビームについて距離データが得られたとす

$$T(R, \theta) = (80.34\text{m}, 137.5\text{mrad}) \quad \dots (1)$$

となる。これを自車位置を原点とし、車体前後方向をX、車体左右方向をYとする直交座標(X, Y)に変換すると、ターゲットの位置は $X = 80.34 \times \cos(137.5\text{mrad}) = 79.58\text{m}$ となり、 $Y = 8$

$$T(X, Y) = (79.5\text{m}, 11.0\text{m}) \quad \dots (2)$$

で与えられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のものは、1本の検知エリア内で検知されたターゲットが該検知エリアの左右方向中央位置に在るものと仮定してターゲットの座標を算出しているので、図14の例では自車位置の80m前方で0.4mの分解能を得るのが限界であり、自車位置からターゲットまでの距離が増加するに伴ってターゲットの左右の方位に大きな誤差が発生する問題があった。

【0011】本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、検知エリアの数やビームの数を増加させることなくターゲットの方位の分解能を高めることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載され発明によれば、多数のビームの集合よりなる電磁波で物体を少なくとも一方向に走査し、その反射波を受信することで物体の存在を検知する物体検知装置において、電磁波のビーム毎に受信結果を

る。それら9個の距離データのうち第25ビームおよび第29ビームの距離データは距離データが得られた他のデータと相互に離散した単独データであるため、ノイズデータであると判断して除外する。そして、残りの第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7個の距離データは相互に纏まっており、かつ計測誤差を考慮した範囲（例えば、±2mの範囲）内に収まっているため、これらをターゲットの距離データとして採用する。

【0008】続いて、第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7個の距離データを全て加算した結果を距離データ数7で除算することにより、自車からターゲットまでの距離を算出する。即ち、7個の距離データの加算値は、 $80.2 + 80.8 + 79.2 + 81.3 + 80.1 + 82.2 + 78.6 = 562.4$ であり、これを7で除算した $562.4 \div 7 = 80.34$ が自車からターゲットまでの距離となる。図16において、従来の手法では、ターゲットの方位は該ターゲットが検知エリア1の中央に在ると仮定しており、走査範囲は車体前方から左右にそれぞれ $140\text{mrad}$ であり、かつ各検知エリアの幅が $5\text{mrad}$ であることから、この場合のターゲットの方位は自車の前方を基準として左側に $140 - 5 \div 2 = 137.5\text{mrad}$ となる。

【0009】従って、自車位置を原点としたターゲットの極座標 $T(R, \theta)$ は、

$0.34 \times \sin(137.5\text{mrad}) = 11.01\text{m}$ となる。これらの小数点以下第2桁を切り捨てると、ターゲットの最終的な位置座標Tは、

検知する検知手段と、隣接する受信信号が得られたビームの受信結果を統合する受信結果統合手段と、受信結果統合手段の統合結果に基づいて少なくとも物体の方位を算出する演算手段とを備えたことを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0013】上記構成によれば、電磁波のビーム毎に受信結果を検知し、隣接する受信信号が得られたビームの受信結果を統合した結果に基づいて少なくとも物体の方位を算出するので、受信信号が得られた特定のビームと物体との関係に基づいて該物体の方位の分解能を高めることができる。

【0014】また請求項2に記載された発明によれば、請求項1の構成に加えて、前記電磁波の走査範囲は複数の検知エリアに分割されており、前記受信結果統合手段は前記検知エリア毎に受信結果を統合することを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0015】上記構成によれば、電磁波の走査範囲を複数の分割した検知エリア毎に受信結果を統合するので、各検知エリア内の物体の方位を検知して分解能を更に高

めることができる。

【0016】また請求項3に記載された発明によれば、請求項1または2の構成に加えて、前記受信結果統合手段は複数の受信結果の平均値を求めるものであることを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0017】上記構成によれば、複数の受信結果の平均値を求めることにより受信結果を統合するので、物体の中心位置の方位を精密に検知することができる。

【0018】また請求項4に記載された発明によれば、請求項1または2の構成に加えて、前記受信結果統合手段は複数の受信結果のうちの最小値および最大値の平均値を求めるものであることを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0019】上記構成によれば、受信結果のうちの最小値および最大値の平均値を求めることにより受信結果を統合するので、方位の演算を簡略化して演算負荷を軽減することができる。

【0020】また請求項5に記載された発明によれば、請求項2～4の何れかの構成に加えて、前記検知エリア内に前記受信結果統合手段の複数の統合結果が得られたとき、前記演算手段は距離が近いものから所定数の物体を選択し、その物体の少なくとも方位を算出することを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0021】上記構成によれば、複数の統合結果が得られたときに距離が近い物体から優先的に該物体の少なくとも方位を算出するので、自車との接触の可能性が最も高い物体の方位を確実に検知することができる。

【0022】また請求項6に記載された発明によれば、請求項2～5の何れかの構成に加えて、前記受信結果統合手段は前記検知エリアにおけるビームの総数を求め、このビームの総数に基づいて受信結果を統合することを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0023】上記構成によれば、検知エリアにおけるビームの総数に基づいて受信結果を統合するので、検知エリア内に送信されるビームの総数が変化しても物体の方位を支障なく検知することができる。

【0024】また請求項7に記載された発明によれば、請求項2～5の何れかの構成に加えて、前記受信結果統合手段は前記検知エリアにおける走査開始から所定周期でカウントを行ってカウント値を算出し、ビームの受信結果と前記カウント値とに基づいて前記受信結果を統合することを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0025】上記構成によれば、ビームの受信結果と検知エリアにおける走査開始から所定周期でカウントを行ったカウント値とに基づいて受信結果を統合するので、ビームを送信する時間間隔が不均一であっても物体の方位を支障なく検知することができる。

【0026】また請求項8に記載された発明によれば、請求項2～7の何れかの構成に加えて、前記受信結果統合手段は物体が検知された検知エリアの走査方向にお

る両端の中間位置を求め、前記物体の距離が所定値以下のときに前記演算手段は前記中間位置に基づき物体の方位を求めることを特徴とする物体検知装置が提案される。

【0027】上記構成によれば、物体の距離が所定値以下のときに、物体が検知された検知エリアの両端の中間位置に基づき物体の方位を求めるので、方位の分解能が既に充分に高い近距離の物体について、方位の演算を簡略化して演算負荷を軽減することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

【0029】図1～図9は本発明の第1実施例を示すもので、図1は物体検知装置のブロック図、図2は物体検知装置の斜視図、図3は走査方式の説明図、図4および図5は距離計測処理部の各パツファの構成を示す図、図6は作用を説明するフローチャートの第1分図、図7は作用を説明するフローチャートの第2分図、図8は作用を説明するフローチャートの第3分図、図9はターゲットの移動軌跡の検知結果を示す図である。

【0030】図1～図3に示すように、例えば前走車よりなるターゲットの距離および方位を検知するための物体検知装置は、送光部1と、送光走査部2と、受光部3と、受光走査部4と、距離計測処理部5とから構成される。送光部1は、送光レンズを一体に備えたレーザーダイオード11と、レーザーダイオード11を駆動するレーザーダイオード駆動回路12とを備える。送光走査部2は、レーザーダイオード11が出力したレーザーを反射させる送光ミラー13と、送光ミラー13を上下軸14周りに往復回動させるモータ15と、モータ15の駆動を制御するモータ駆動回路16とを備える。送光ミラー13から出るレーザービームは左右幅が制限されて上下方向に細長いパターンを持ち、それが所定周期で左右方向に走査される。

【0031】受光部3は、受光レンズ17と、受光レンズ17で収束させた反射波を受けて電気信号に変換するフォトダイオード18と、フォトダイオード18の出力信号を増幅する受光アンプ回路19とを備える。受光走査部4は、ターゲットからの反射波を反射させて前記フォトダイオード18に導く受光ミラー20と、受光ミラー20を左右軸21周りに往復回動させるモータ22と、モータ22の駆動を制御するモータ駆動回路23とを備える。受光ミラー20によって前記所定周期よりも短い周期で上下方向に走査される受光エリアは、上下幅が制限されて左右方向に細長いパターンを持つ。

【0032】距離計測処理部5は、送信されたビームの反射波のそれぞれの受信結果から距離および方位のデータを得る検知手段24と、検知手段24で得た複数のデータを後述する手法で取捨選択して統合する受信結果統合手段25と、受信結果統合手段25で統合したデータ

に基づいて目的とするターゲットの距離および方位を算出する演算手段26と、前記送光部1、送光走査部2、受光部3、受光走査部4、検知手段24、受信結果統合手段25および演算手段26を制御する制御回路27とを備える。

【0033】而して、前記図16に示したように、走査範囲は自車の正面の方向を基準として左右に各 $140\text{ mrad}$ の角度を持ち、その走査範囲は各 $5\text{ mrad}$ の角度を有して左右方向に分割された56個の検知エリアからなり、各々の検知エリアには各々30本のビームが含まれる。従って、走査範囲を1回走査する間に1680本のビームによる距離測定が行われることになる。

【0034】前述したように、走査範囲の最も左側に位置する検知エリア1において、30本のビームにより得られたターゲットのデータが表1に示される。本実施例では、「従来の技術」の欄で説明した手法と異なる手法で表1のデータを処理することにより、ターゲットの方位を一層精密に検知するようになっている。

【0035】即ち、従来と同様に9個の距離データのうち第25ビームおよび第29ビームの距離データは距離データが得られた他のデータと相互に離散した単独の距離データであるため、それらはノイズデータであると判断して除外する。また同様に、纏まった第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7個の距離データの平均値を算出し、その平均値を自車位置か

$$T(R, \theta) = (80.34\text{ m}, 138.7\text{ mrad}) \quad \dots (3)$$

で与えられ、これを変換した直交座標 $T(X, Y)$ は、

$$T(X, Y) = (79.5\text{ m}, 11.1\text{ m}) \quad \dots (4)$$

で与えられる。

【0039】(1)式および(3)式を比較すると明らかなように、従来の手法を採用した(1)式の $\theta$ 座標は単に検知エリア1の中央位置をターゲットの方位としているのに対し、(3)式の $\theta$ 座標は検知エリア1内の実際のターゲットの方位を表しているため、その精度が $1.2\text{ mrad}$ 向上していることが分かる。そして

(1)式および(3)式の極座標を直交座標に変換した(2)式および(4)式を比較すると明らかなように、 $Y$ 座標の値が $0.1\text{ m}$ 異なっていて本実施例の手法の方が高い精度が得られることが分かる。

【0040】次に、距離計測処理部5において行われる前記ターゲットの位置座標 $T$ の算出過程を、図4および図5に基づいて説明する。

【0041】受光部3から距離計測処理部5の検知手段24に入力された検知エリア1の第1ビーム、第2ビーム、第3ビーム…の距離データは、受信結果統合手段25の「エリアNo.」の欄に「1」として記憶され、「エリア起点角」の欄には走査領域の左端位置である「 $-0.14\text{ rad}$ 」が入力され、「エリア分解能」の欄には1つの検知エリアの幅である「 $0.005\text{ rad}$ 」が記憶され、「最後の距離データNo.」の欄には検知エリ

アターゲットまでの距離( $80.34\text{ m}$ )とする。

【0036】続いて、ターゲットの方位を検知する。第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7本のビームの番号の加算値は、 $4+5+6+8+9+10+11=53$ であり、これをビーム数7で除算した $7.57$ がターゲットの中央に対応するビームの番号になる。ビーム1本の幅は $5/30\text{ mrad}$ であるため、ビーム $7.57$ 本分の幅は $(5/30) \times 7.57 = 1.3\text{ mrad}$ になり、従って、自車位置の前方を基準としたターゲットの方位は走査範囲の左端から右側に $1.3\text{ mrad}$ 離れた方位、つまり自車の前方から左側に $138.7\text{ mrad}$ の方位がターゲットの正確な方位になる。

【0037】このようにして得られたターゲットの極座標 $T(R, \theta) = (80.34\text{ m}, 138.7\text{ mrad})$ を直交座標 $T(X, Y)$ に変換すると、ターゲットの位置は $X = 80.34 \times \cos(138.7\text{ mrad}) = 79.57\text{ m}$ となり、 $Y = 80.34 \times \sin(138.7\text{ mrad}) = 11.11\text{ m}$ となる。これらの小数点以下第2桁を切り捨てると、ターゲットの最終的な位置座標 $T$ は、 $T(X, Y) = (79.5\text{ m}, 11.1\text{ m})$ で与えられる。

【0038】而して、自車位置を原点としたターゲットの極座標 $T(R, \theta)$ は、

ア1の30本のビームの最後のビームNo.である「30」が入力される。「最後の距離データNo.」である30は本実施例では固定値である。

【0042】また距離計測処理部5の受信結果統合手段25には複数の距離算出バッファが設けられており、最初に検知された「距離データ」がその「距離データNo.」(つまりビームの番号4)と共に「バッファ1」に記憶される。その次に得られた距離データ(ここではNo.5のデータ)が、既に距離データが記憶されたバッファ(ここではバッファ1)の距離データに対して $\pm 2\text{ m}$ 以内の場合は同一のバッファ(ここではバッファ1)に距離データNo.と共に距離データが記憶される。即ち、距離データNo.5、6、8、9、10、11の距離データは距離データNo.4の距離データに対して全て $\pm 2\text{ m}$ 以内であるので、バッファ1に記憶されることになる。

【0043】また得られた距離データが既に距離データが記憶されたバッファ(ここではバッファ1)内の距離データに対して $\pm 2\text{ m}$ 以内になれば、新しいバッファに距離データNo.と共に距離データが記憶される。即ち、距離データNo.25の距離データは距離データNo.と共にバッファ2に記憶される。このように既に記憶さ

れている距離データに対して±2m以内ではないデータが得られる度に新しいバッファに記憶されることになる。よって、距離データNo. 29の距離データは、既にデータが記憶されているバッファ1, 2の距離データの何れとも±2m以内のデータではないので、新しいバッファ3に記憶されることとなる。

【0044】図4の実施例ではバッファ1～Nのうち、距離データが記憶されたバッファについて、先ず距離データが1つしかない単独データのバッファ（ここではバッファ2, 3）のデータをノイズデータと見なして削除する。そして距離計測処理部5の演算手段26は残ったバッファのうち、自車から距離が最も近いデータが記憶されたバッファ（ここではバッファ1）のデータを「ターゲット候補バッファ」として採用してターゲットの距離および方位の検知を行う（図5参照）。その理由、自車に最も近いターゲットが自車と接触する可能性が最も高いため、その挙動を十分に把握する必要があるためである。

【0045】続いて、図5においてターゲットの方位を検知する。距離計測処理部5の受信結果統合手段25は、「距離データNo. 加算バッファ」で「ターゲット候補バッファ」に記憶された距離データNo. を加算して加算値53を得、更に「距離データ数カウンタ」で距離データ数を加算して加算値7を得、更に距離データNo. の加算値53を距離データ数の加算値7で除算して距離データNo. 平均値7. 57を得る。そして実際のターゲットの検知エリア1内の位置である前記7. 57を検知エリア1内のビーム数30で除算することにより、ターゲットの検知エリア1内の相対的な位置0. 25を得る。この値「0. 25」は、検知エリア1の左右方向の幅の左端から25%位置（左端から1. 25mradの位置）にターゲットが存在していることを示しており、従ってターゲットの方位θは自車の前方から左側に140-1. 25=138. 75mrad（小数点以下第2桁を切り捨てて138. 7mrad）となる。

【0046】続いて、図5においてターゲットの距離を検知する。「ターゲット候補バッファ」に記憶された7つの距離データを「距離データ加算バッファ」で加算して加算値562. 4を得、これを距離データ数の加算値7で除算して距離データ平均値80. 34を得る。而して、距離計測処理部5の演算手段26は、ターゲットの局座標T(R, θ)=(80. 34m, 138. 7mrad)を直交座標に変換し、小数点以下第2桁を切り捨てることにより、ターゲットの前後位置X=79. 5m、左右位置Y=11. 1mを得る。

【0047】次に、上記作用を図6～図8のフローチャートを参照しながら更に詳細に説明する。

【0048】先ず、ステップS1で、検知エリア1の30本のビーム毎に距離データNo. および距離データを読み込む。続いてステップS2で、読み込んだ距離データ

の値が存在するか否かを判断し、ターゲットからの反射波が受信されたために距離データの値が存在すれば、ステップS3で、読み込んだ距離データの±2m以内の距離データがある距離算出バッファがあるか否かを判断し、該当する距離算出バッファがあれば、ステップS4で、読み込んだ距離データNo. と距離データとを、±2m以内の距離データがある距離算出バッファに追加する。一方、前記ステップS3で、該当する距離算出バッファがなければ、ステップS5で、読み込んだ距離データNo. と距離データとを、新しい距離算出バッファに追加する。そしてステップS6で、検知エリア1内の30本のビームの全てについてのデータの読み込みを完了すると、ステップS7に移行して最後の距離データNo.

（本実施例では30）を記憶する。

【0049】続くステップS8で、距離算出バッファ内の距離データを読み込み、続くステップS9で、読み込んだ距離データが2個以上あればステップS10に移行し、そこで今回読み込んだ複数の距離データの最小値がターゲット候補バッファ内の複数の距離データの最小値よりも小さいか否かを判断し、今回読み込んだ距離データの最小値の方が小さければ、ステップS11で、今回読み込んだ距離算出バッファを新たにターゲット候補バッファとして更新する。そしてステップS12で、全ての距離算出バッファ内の距離データを読み込むと、ステップS13に移行する。

【0050】以上のようにして、距離データが最も小さいターゲットの距離データが含まれるターゲット候補バッファが選択されると、ステップS13で、ターゲット候補バッファ内の距離データNo. を読み込み、更にステップS14で、距離データNo. 加算バッファに距離データNo. を加算した後に、ステップS15で、距離データ数カウンタをインクリメントする。そしてステップS16で、ターゲット候補バッファ内の距離データNo. を全て読み込むと、ステップS17に移行する。

【0051】続くステップS17で、距離データNo. 加算バッファの加算値を距離データ数カウンタのカウント値で除算することにより、距離データNo. の平均値を算出する。続くステップS18で、距離データNo. の平均値を最後の距離データNo. で除算することにより、検知エリア1内のターゲットの方位を算出する。続くステップS19で、ターゲット候補バッファ内の距離データを読み込み、更にステップS20で、前記読み込んだ距離データを距離データ加算バッファに加算する。そしてステップS21でターゲット候補バッファ内の距離データを全て読み込むと、ステップS22で、距離データ加算バッファで加算した加算値を距離データ数カウンタのカウント値で除算して距離データ平均値を算出する。

【0052】而して、ステップS23で、前記ステップS22で算出したターゲットの距離データ平均値と、前記ステップS18で算出した検知エリア1内のターゲッ



トの方位とに基づいてターゲットのY座標を算出し、続くステップS24で前記Y座標の小数点以下2桁目を切り捨ててターゲットの最終的なY座標を算出する。またステップS25で、前記ステップS22で算出したターゲットの距離データ平均値と、前記ステップS18で算出した検知エリア1内のターゲットの方位とに基づいて

ターゲットのX座標を算出し、続くステップS26で前記X座標の小数点以下2桁目を切り捨ててターゲットの最終的なX座標を算出する。

【0053】

【表2】

スキャン数

スキャン1

スキャン2

スキャン3

スキャン4

エリアNo.

エリア1

エリア1

エリア2

エリア2

距離  
データ  
No. 距離  
データ

距離  
データ  
No. 距離  
データ

距離  
データ  
No. 距離  
データ

距離  
データ  
No. 距離  
データ

|    |      |
|----|------|
| 1  | —    |
| 2  | —    |
| 3  | —    |
| 4  | 80.2 |
| 5  | 80.8 |
| 6  | 79.2 |
| 7  | —    |
| 8  | 81.3 |
| 9  | 80.1 |
| 10 | 82.2 |
| 11 | 78.6 |
| 12 | —    |
| 13 | —    |
| 14 | —    |
| 15 | —    |
| 16 | —    |
| 17 | —    |
| 18 | —    |
| 19 | —    |
| 20 | —    |
| 21 | —    |
| 22 | —    |
| 23 | —    |
| 24 | —    |
| 25 | —    |
| 26 | —    |
| 27 | —    |
| 28 | —    |
| 29 | —    |
| 30 | —    |

|    |      |
|----|------|
| 1  | —    |
| 2  | —    |
| 3  | —    |
| 4  | —    |
| 5  | —    |
| 6  | —    |
| 7  | —    |
| 8  | —    |
| 9  | —    |
| 10 | —    |
| 11 | —    |
| 12 | —    |
| 13 | —    |
| 14 | —    |
| 15 | —    |
| 16 | —    |
| 17 | —    |
| 18 | —    |
| 19 | 80.8 |
| 20 | 81.2 |
| 21 | —    |
| 22 | 80.4 |
| 23 | 81.3 |
| 24 | 80.9 |
| 25 | —    |
| 26 | 78.6 |
| 27 | —    |
| 28 | —    |
| 29 | —    |
| 30 | —    |

|    |      |
|----|------|
| 1  | —    |
| 2  | —    |
| 3  | —    |
| 4  | —    |
| 5  | —    |
| 6  | —    |
| 7  | —    |
| 8  | 81.1 |
| 9  | 82.2 |
| 10 | 80.9 |
| 11 | —    |
| 12 | 81.9 |
| 13 | 82.2 |
| 14 | 83.1 |
| 15 | —    |
| 16 | —    |
| 17 | —    |
| 18 | —    |
| 19 | —    |
| 20 | —    |
| 21 | —    |
| 22 | —    |
| 23 | —    |
| 24 | —    |
| 25 | —    |
| 26 | —    |
| 27 | —    |
| 28 | —    |
| 29 | —    |
| 30 | —    |

|    |      |
|----|------|
| 1  | —    |
| 2  | —    |
| 3  | —    |
| 4  | —    |
| 5  | —    |
| 6  | —    |
| 7  | —    |
| 8  | —    |
| 9  | —    |
| 10 | —    |
| 11 | —    |
| 12 | —    |
| 13 | —    |
| 14 | —    |
| 15 | —    |
| 16 | —    |
| 17 | —    |
| 18 | —    |
| 19 | —    |
| 20 | —    |
| 21 | —    |
| 22 | —    |
| 23 | —    |
| 24 | —    |
| 25 | 82.8 |
| 26 | —    |
| 27 | 85.5 |
| 28 | 82.1 |
| 29 | —    |
| 30 | 83.6 |

従来の方式の  
ターゲット位置

左に 11.0m

左に 11.0m

左に 10.8m

左に 10.9m

ターゲット距離

79.5m

79.9m

81.1m

82.2m

本方式の  
ターゲット位置

左に 11.1m

左に 10.9m

左に 10.8m

左に 10.7m

ターゲット距離

79.5m

79.9m

81.1m

82.2m

【0054】表2および図9には、ターゲットが自車正面方向に対して徐々に左方から右方に移動した場合の4回の走査でターゲットの移動軌跡をトレースした結果が示される。図9から明らかなように、従来の手法（図9（A）参照）ではターゲットが左右に蛇行する不自然な移動軌跡を示しているが、本実施例の手法（図9（B）参照）ではターゲットの移動軌跡が、実際のターゲットの移動を表す自然なものとなっている。

【0055】次に、図10に基づいて本発明の第2実施例を説明する。

【0056】図10（A）の三角波は、右下がりのラインが左から右への走査を示し、右上がりのラインが右から左への走査を示しており、両ラインの傾きは走査速度を示している。この場合には走査速度が常に一定であるため、ビームの出力間隔が一定であると仮定すると、例えば検知エリア1でも検知エリア23でも各30回の測定が行われる。一方、図10（B）のサイン波は傾き

（つまり走査速度）が周期的に変化しているため、例えば走査速度（ラインの傾き）が小さい検知エリア1で30回の測定が行われても、走査速度（ラインの傾き）が大きい検知エリア23で20回の測定しか行われないことになる。

【0057】このように1つの検知エリアでの測定回数が増減する場合には、その検知エリアにおける最後の距離データNo. を記憶することにより、検知エリア内のターゲットの位置を正しく測定することができる。

【0058】即ち、第1実施例を示す図4の「最後の距離データNo.」の欄、および図6のフローチャートのステップS7で固定値である「30」を記憶する代わりに、本実施例では、距離計測処理部5の受信結果統合手段25が、その検知エリア毎に最後の距離データNo.

（例えば、20）を記憶する。そして図7のフローチャートのステップS18で、距離データNo. 平均値7.57を30で除算する代わりにその検知エリア毎に最後の

距離データNo. (例えば、20) で除算することにより、該検知エリア内のターゲットの位置を測定することができる。

【0059】つまり、検知エリア内の最後の距離データNo. が変化しても、その最後の距離データNo. に対する距離データNo. 平均値の関係を計算することにより、検知エリア内のターゲットの位置を測定することができる。

【0060】次に、図11に基づいて本発明の第3実施例を説明する。

【0061】並走する複数台の車両が同じ時間間隔でビームを送信する場合、他車が送信したビームの反射波と自車が送信したビームの反射波とを識別できなくなる場合がある。従って、図11(A)の三角波状の走査の場合にも図11(B)のサイン波状の走査の場合にも、ランダムな時間間隔でビームを送信することにより、自車が送信したビームの反射波を識別することができる。

【0062】

【表3】

エリア1の距離計測データ

| エリア内位置<br>カウンタ値 | 距離データ |
|-----------------|-------|
| 6               | —     |
| 9               | —     |
| 12              | —     |
| 20              | 80.2  |
| 25              | 80.8  |
| 29              | 79.2  |
| 39              | —     |
| 45              | 81.3  |
| 46              | 80.1  |
| 49              | 82.2  |
| 55              | 78.6  |
| 62              | —     |
| 64              | —     |
| 70              | —     |
| 79              | —     |
| 89              | —     |
| 92              | —     |
| 95              | —     |
| 97              | —     |
| 100             | —     |
| 105             | —     |
| 106             | —     |
| 115             | —     |
| 123             | —     |
| 125             | —     |
| 132             | —     |
| 134             | —     |
| 136             | —     |
| 144             | —     |
| 145             | —     |

【0063】第1実施例の表1と第3実施例の表3とを比較すると明らかなように、表1では左欄の30個の「距離データNo.」に対応して右欄の「距離データ」を記憶しているが、表3では左欄の30個の「エリア内位置カウンタ値」に対応して右欄の距離データを記憶している。距離計測処理部5の受信結果統合手段25は所定時間間隔でカウントを行うカウンタを持ち、「エリア内位置カウンタ値」の欄には各々のビームの送信が終了した時点でのカウンタ値が記憶される。本実施例では第1ビームが送信された時点でのカウンタ値は6であり、第

2ビームが送信された時点でのカウンタ値は9であり、第3ビームが送信された時点でのカウンタ値は13であり、最後の第30ビームが送信された時点でのカウンタ値は154であり、その間隔はビームが送信される時間間隔に応じてランダムになる。

【0064】このように1つの検知エリアでビームがランダムな時間間隔で出力される場合には、「距離データNo.」に代えて「エリア内位置カウンタ値」を記憶することにより、検知エリア内のターゲットの位置を正しく測定することができる。

【0065】即ち、図7～図9のフローチャートの「距離データNo.」を「エリア内位置カウンタ値」で置き換え、「距離データNo. 平均値」を「エリア内位置カウンタ値平均値」で置き換えることにより、第1実施例と同様にして該検知エリア内のターゲットの位置を測定することができる。この場合、第1実施例の「距離データNo. 平均値」の代わりに「エリア内位置カウンタ値平均値」が得られ、この「エリア内位置カウンタ値平均値」はランダムなビームの送信間隔の影響を考慮したものであるため、検知エリア1内のターゲットの方位を正しく示している。

【0066】そして「エリア内位置カウンタ値」の最大値である154は5mradに相当するため、 $(5/154)$  mradに「エリア内位置カウンタ値平均値」を乗算してターゲットの方位を知ることができる。具体的には、表3において7本のビームのエリア内位置カウンタ値の加算値は $20+25+29+45+46+49+55=269$ であり、これをデータ数の7で除算した38.4が「エリア内位置カウンタ値平均値」となる。従って、検知エリア1の幅である5mradに $(38.4/154)$ を乗算した1.2mradが検知エリア1の左端からのターゲットの方位となり、自車の前方を基準としたターゲットの方位は $140-1.2=138.8$  mradとなる。

【0067】次に、図12に基づいて本発明の第4実施例を説明する。

【0068】前述したように、車体前方に送信されるビームが100m前方で幅28mに拡散する場合、ターゲットの左右の方位を検知するための検知エリアを左右方向に56等分すると、自車の80m前方では1本の検知エリアの幅が0.4mになってターゲットの左右の方位の分解能が0.4mになる。一方、自車の30m前方では1本の検知エリアの幅が0.15mになってターゲットの左右の方位の分解能が0.15mになり、実用上十分な分解能が確保される。従って、自車とターゲットとの距離の大小に関わらず前記第1～第3実施例の手法でターゲットの方位の検知精度を高めると、近距離のターゲットに対しては分解能が過剰になり、距離計測処理部5に不必要な演算負荷を強いることになる。そこで、本実施例では、例えば30m未満の近距離のターゲットに

対しては、距離計測処理部5の演算手段26が従来の手法、つまり検知エリア内で検知されたターゲットが該検知エリアの中央位置に存在するものと仮定し、例えば30m以上の遠距離のターゲットに対しては前記第1～第3実施例の手法を採用して検知エリア内のターゲットの位置を精密に検知するようにしている。

【0069】この実施例によれば、ターゲットの方位の検知精度を実用上支障のない程度に確保しながら、距離計測処理部5の演算負荷を軽減するとともに演算時間を短縮することができる。

【0070】次に、表1に基づいて本発明の第5実施例を説明する。

【0071】前記第1実施例では、ターゲットの方位を検知すべく距離データが得られた第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7個の距離データNo. (ビーム番号) の加算値を、 $4+5+6+8+9+10+11=53$ により算出し、これをビーム数7で除算した7.57をターゲットの中央に対応するビームの番号として求めていた。本第5実施例は上記演算過程を簡略化したもので、距離計測処理部5の受信結果統合手段25は、7本のビームの番号を加算する代わりに、最初の距離データNo. である4 (最小値) と、最後の距離データNo. である11 (最大値) との平均値  $(4+11)/2=7.5$  をターゲットの中央に対応する距離データNo. とするものである。この第5実施例と前記第1実施例との間の誤差は、 $7.57-7.5=0.02$  であり、検知エリアの幅の僅かに2%に過ぎない。

【0072】尚、第4、第5、第6、第8、第9、第10、第11ビームの7個の距離データの加算値である  $80.2+80.8+79.2+81.3+80.1+82.2+78.6=562.4$  を7で除算してターゲットまでの距離  $80.34\text{m}$  を算出する代わりに、最初の第4ビームの距離データである  $80.2$  と最後の第11ビームの距離データである  $78.6$  との平均値  $79.4\text{m}$  をターゲットまでの距離として算出することも考えられる。しかしながら、この手法を採用すると、最初の距離データあるいは最後の距離データが他の距離データに対して大きく外れているような場合に誤差が大きくなるため、この手法は採用しない。

【0073】次に、図13に基づいて本発明の第6実施例を説明する。

【0074】前記第1～第5実施例によれば、ターゲットの方位の検知精度が高まるため、それまで56分割していた走査範囲を半分の28分割にしても0.1mの分解能を得ることが可能になり、走査範囲の分割数を減少させたことにより距離計測処理部5の演算負荷を軽減することができる。

【0075】しかしながら、走査範囲を28分割すると1つの検知エリアの幅が  $5\text{mrad}$  から  $10\text{mrad}$  に増加するため、1つの検知エリア内に複数のターゲット

が存在する可能性が高くなる。前記第1～第5実施例では、1つの検知エリア内で自車からの距離が最も小さいターゲットのデータをターゲット候補バッファに記憶しているが、本第6実施例では自車からの距離が近い順に複数 (例えば、2個あるいは3個) のターゲットをそれぞれ第1、第2…ターゲット候補バッファに記憶し、それぞれのターゲットについて距離および方位を算出するようにしている。これにより、検知エリア数を減らして演算負荷を軽減しながら複数のターゲットを確実に検知することが可能になる。

【0076】以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0077】例えば、実施例の物体検知装置はレーザーを用いているが、レーザーに代えてミリ波等の他の電磁波を用いることができる。

【0078】また実施例では自車の真っ直ぐ前方と斜め前方とで左右方向の分解能を同一にしているが、自車の真っ直ぐ前方の分解能を高く設定し、自車の斜め前方の分解能を低く設定してもよい。

【0079】また実施例ではターゲットの左右の方位の分解能を高めるものであるが、上下 (高さ方向) の方位の分解能を高めるものにも適用可能である。

【0080】また実施例ではターゲットの方位を検知する際にビームを1本ずつ独立して扱っているが、複数本のビームを纏めたものとを1単位のビームとして扱うことも可能である。

【0081】また実施例では検知エリア1内でのターゲットの方位について説明したが、他の検知エリアの方位も既知であるため (図15参照)、その検知エリア内でのターゲットの方位についても同様にして検知可能である。

#### 【0082】

【発明の効果】以上のように請求項1に記載された発明によれば、電磁波のビーム毎に受信結果を検知し、隣接する受信信号が得られたビームの受信結果を統合した結果に基づいて少なくとも物体の方位を算出するので、受信信号が得られた特定のビームと物体との関係に基づいて該物体の方位を分解能を高めることができる。

【0083】また請求項2に記載された発明によれば、電磁波の走査範囲を複数に分割した検知エリア毎に受信結果を統合するので、各検知エリア内の物体の方位を検知して分解能を更に高めることができる。

【0084】また請求項3に記載された発明によれば、複数の受信結果の平均値を求めることにより受信結果を統合するので、物体の中心位置の方位を精密に検知することができる。

【0085】また請求項4に記載された発明によれば、受信結果のうちの最小値および最大値の平均値を求めることにより受信結果を統合するので、方位の演算を簡略

化して演算負荷を軽減することができる。

【0086】また請求項5に記載された発明によれば、複数の統合結果が得られたときに距離が近い物体から優先的に該物体の少なくとも方位を算出するので、自車との接触の可能性が最も高い物体の方位を確実に検知することができる。

【0087】また請求項6に記載された発明によれば、検知エリアにおけるビームの総数に基づいて受信結果を統合するので、検知エリア内に送信されるビームの総数が変化しても物体の方位を支障なく検知することができる。

【0088】また請求項7に記載された発明によれば、ビームの受信結果と検知エリアにおける走査開始から所定周期でカウントを行ったカウント値とに基づいて受信結果を統合するので、ビームを送信する時間間隔が不均一であっても物体の方位を支障なく検知することができる。

【0089】また請求項8に記載された発明によれば、物体の距離が所定値以下のときに、物体が検知された検知エリアの両端の中間位置に基づき物体の方位を求めるので、方位の分解能が本来定に高い近距離の物体について、方位の演算を簡略化して演算負荷を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】物体検知装置のブロック図

【図2】物体検知装置の斜視図

【図3】走査方式の説明図

【図4】距離計測処理部の各バッファの構成を示す図

【図5】距離計測処理部の各バッファの構成を示す図

【図6】作用を説明するフローチャートの第1分図

【図7】作用を説明するフローチャートの第2分図

【図8】作用を説明するフローチャートの第3分図

【図9】ターゲットの移動軌跡の検知結果を示す図

【図10】ビームの送信間隔を異ならせた実施例を説明する図

【図11】ビームの送信間隔を不等間隔にした実施例を説明する図

【図12】ターゲットの距離に応じて分解能を変化させた実施例の説明図

【図13】1つの検知エリア内で複数のターゲットを検知する実施例の説明図

【図14】検知エリアの分割とターゲットの分解能との関係を説明する図

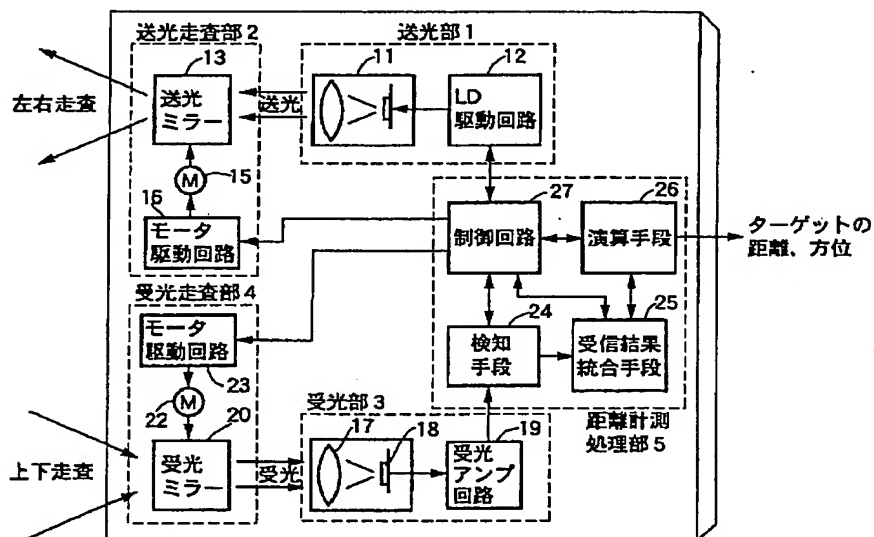
【図15】検知エリアとビームの本数との関係を説明する図

【図16】ターゲットの方位の定義を説明する図

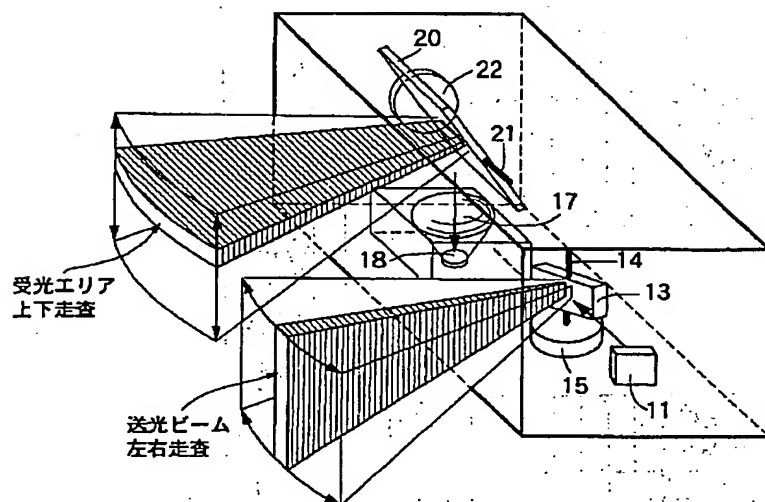
【符号の説明】

|    |          |
|----|----------|
| 5  | 距離計測処理部  |
| 24 | 検知手段     |
| 25 | 受信結果統合手段 |
| 26 | 演算手段     |

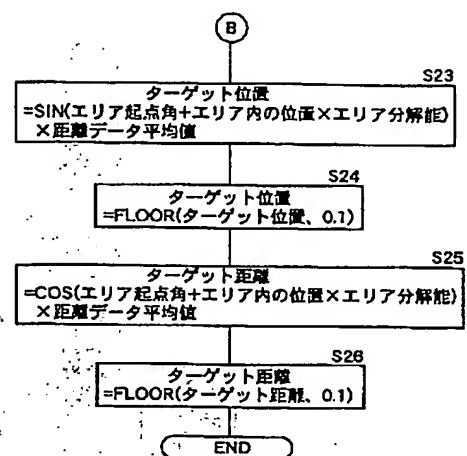
【図1】



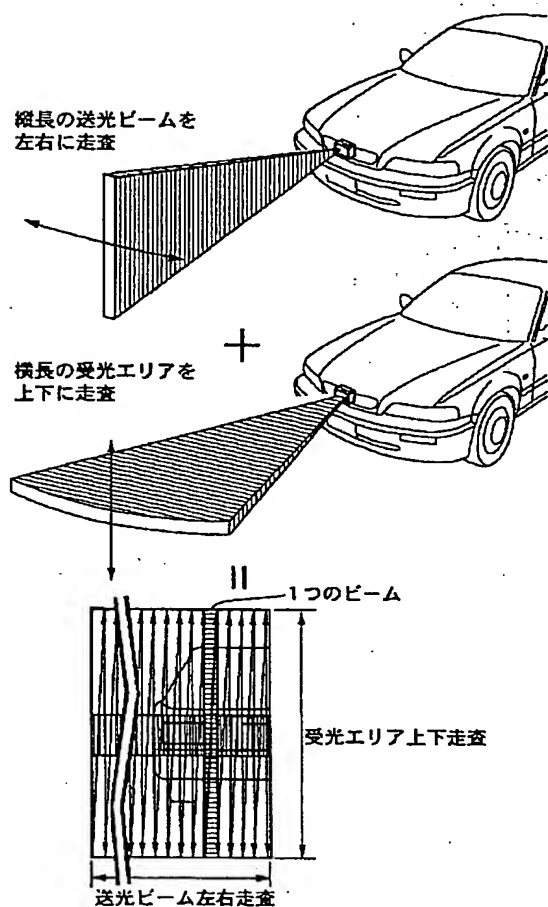
【図 2】



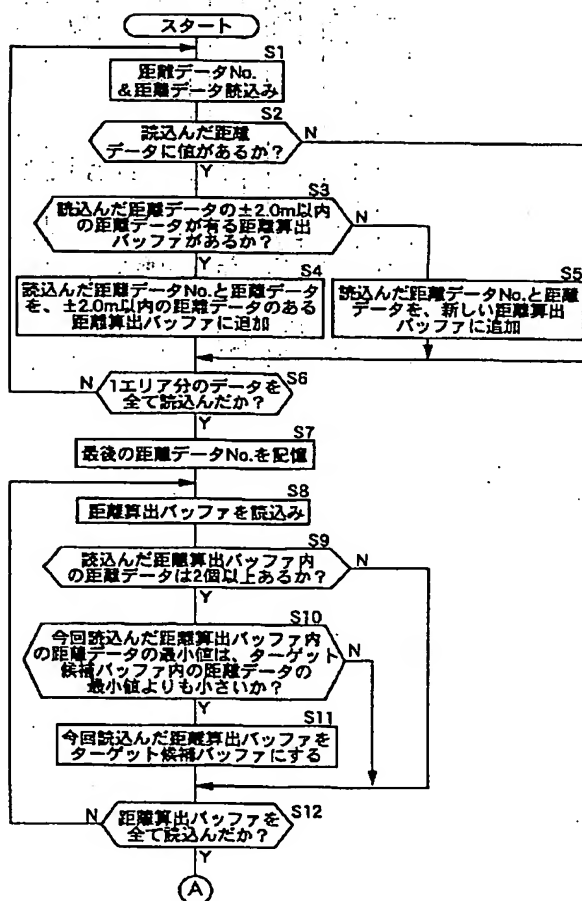
【图8】



【図 3】

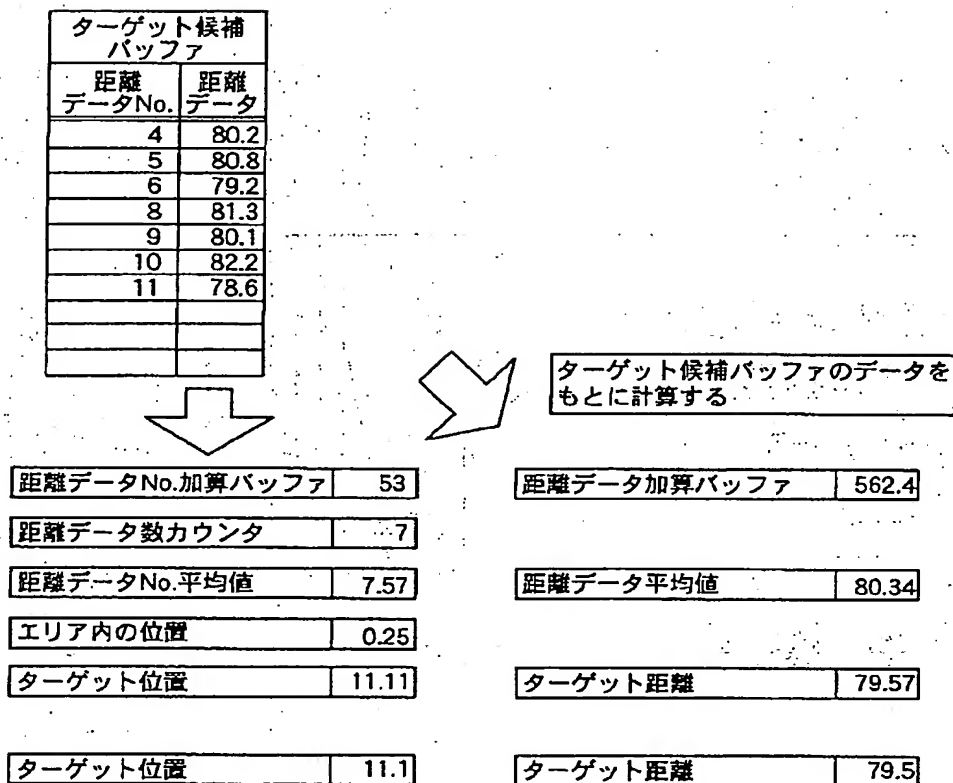


【図 6】

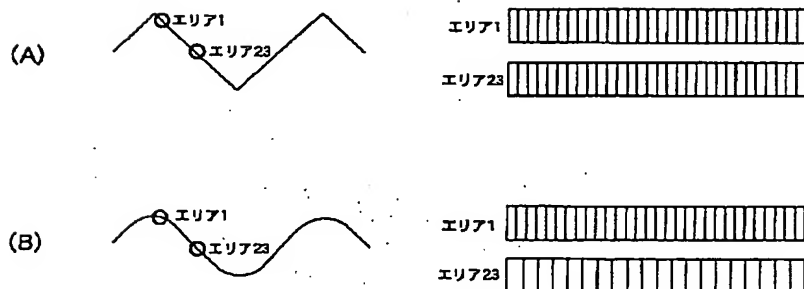




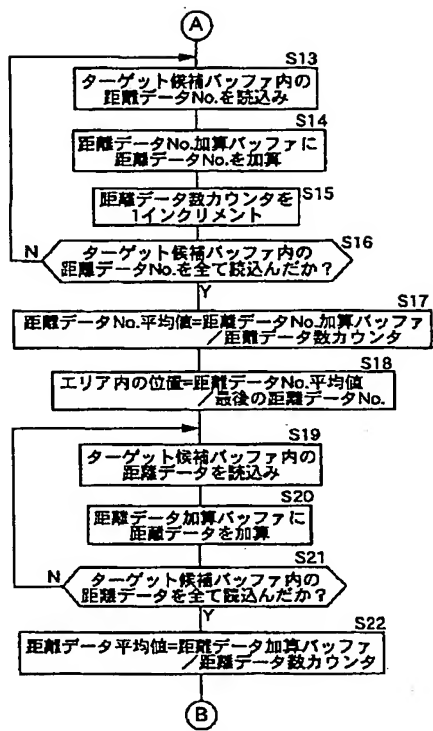
【図5】



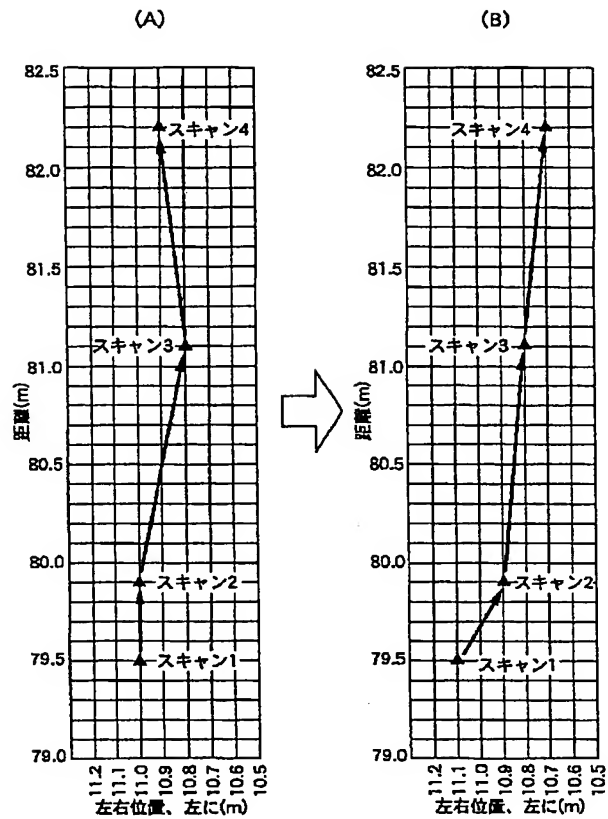
【図10】



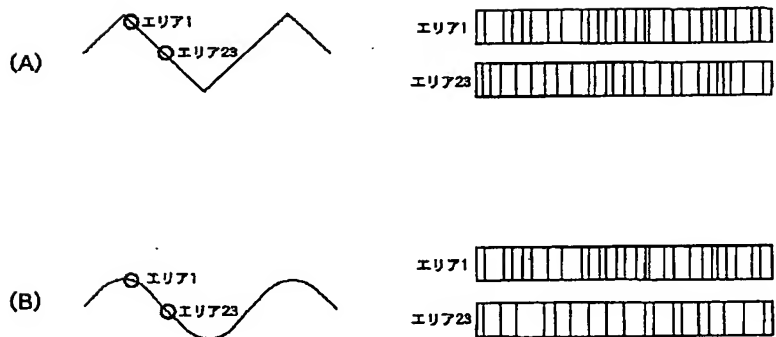
【図 7】



【図 9】

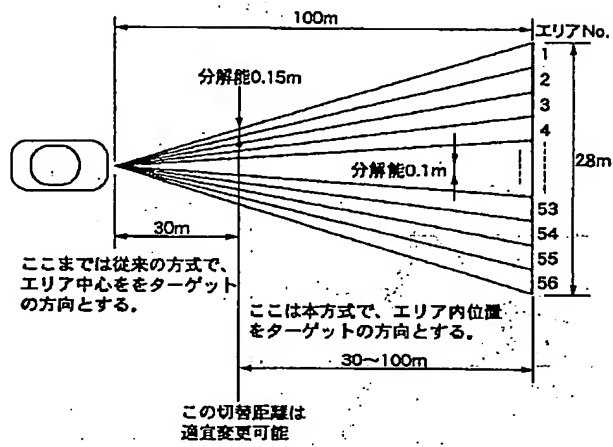


【図 11】

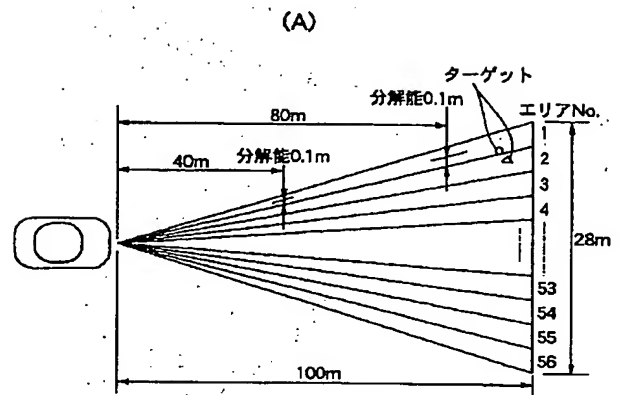




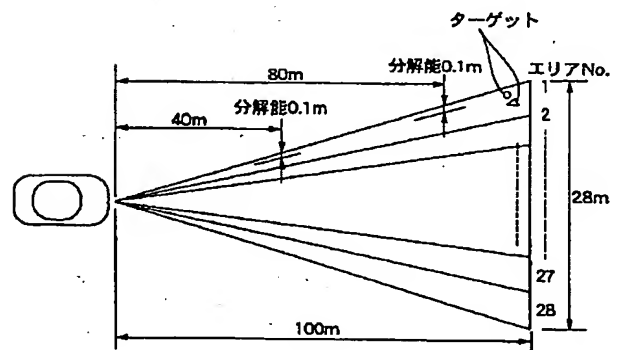
【図12】



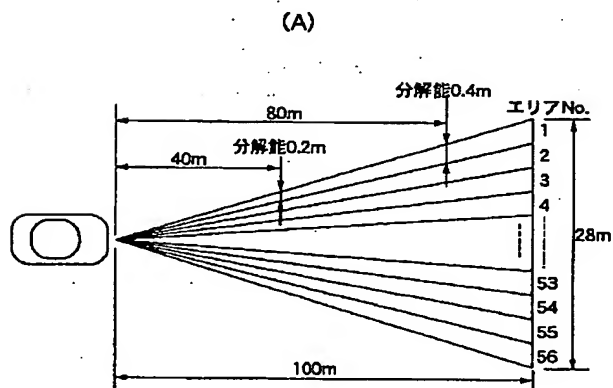
【図13】



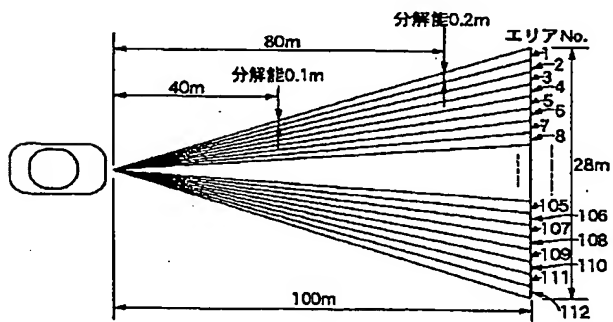
(B)



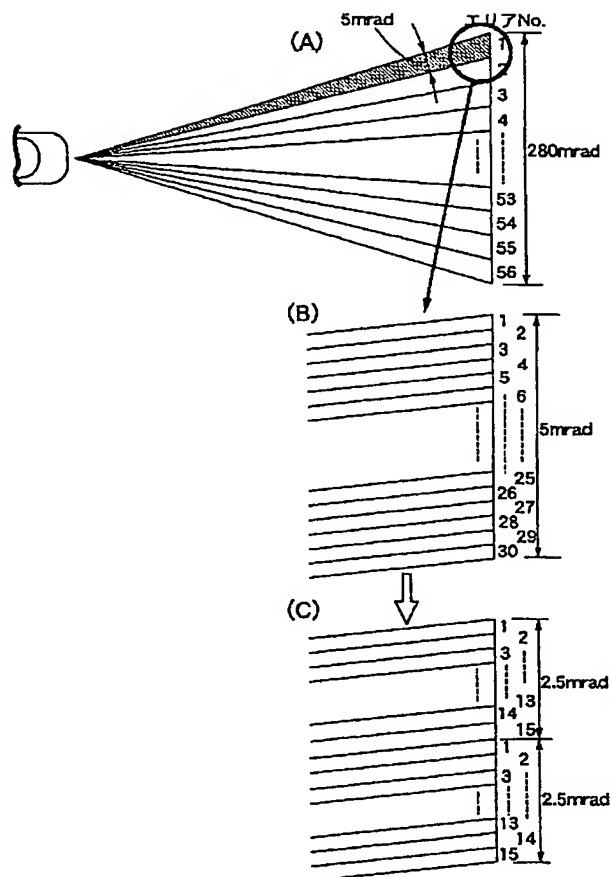
【図14】



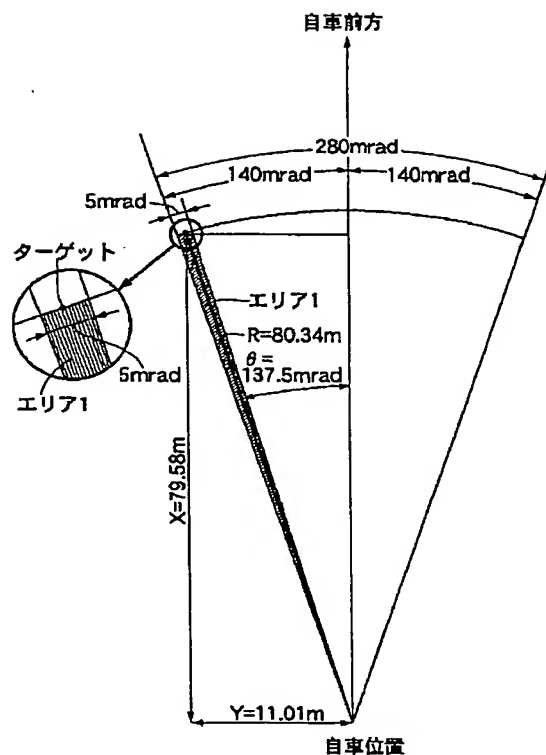
(B)



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G005 DA04  
 5H180 AA01 BB15 CC03 LL01 LL04  
 5J070 AB01 AC02 AC13 AE01 AF03  
 AG01 AK22  
 5J084 AA02 AA05 AA10 AB01 AC02  
 BA04 BA11 BA36 BB02 BB21  
 EA04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**